

**IAP5 Rec'd PCT/PTO 31 JUL 2006**

## Vorrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Gasturbinen, insbesondere Flugtriebwerke, bestehen aus mehreren Baugruppen, so zum Beispiel aus einem Lüfter (Fan), einer Brennkammer, vorzugsweise mehreren Verdichtern sowie mehreren Turbinen. In einer Turbine sowie in einem Verdichter der Gasturbine sind mehrere feststehende Leitschaufeln sowie mehrere rotierende Laufschaufeln angeordnet. Die Leitschaufeln sind gegenüber einem Gehäuse der Gasturbine feststehend ausgebildet. Die Laufschaufeln sind mindestens einem Rotor zugeordnet und rotieren gegenüber den feststehenden Leitschaufeln sowie dem feststehenden Gehäuse. Verfügt die Turbine bzw. der Verdichter über mehrere Stufen, so sind in axialer Richtung bzw. in Strömungsrichtung hintereinander abwechselnd Leitschaufeln und Laufschaufeln angeordnet, wobei an einer axialen Position, d.h. entlang des Umfangs des Rotors bzw. des Gehäuses, ebenfalls mehrere Laufschaufeln bzw. Leitschaufeln angeordnet sind, die sogenannte Leitschaufelkränze oder Laufschaufelkränze bilden.

Die feststehenden Leitschaufeln eines Verdichters bzw. einer Turbine können um eine Achse verstellbar bzw. schwenkbar ausgebildet sein. So offenbart zum Beispiel die DE 39 13 102 C1 eine Vorrichtung zur Verstellung von Leitschaufeln, bei der Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes außerhalb eines Gehäuses der Gasturbine über Stellhebel mit einem Stellring schwenkbar verbunden sind, wobei der oder jeder Stellhebel mit einem ersten Ende an dem Stellring und mit einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende an einem Ende eines Schafts der jeweiligen Leitschaufel angreift. Nach dem Stand der Technik erfolgt die Verstellung der Leitschaufeln über hydraulische Mittel, vorzugsweise über Hydraulikkolben.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Vorrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Vorrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß ist dem Stellring ein Läufer eines Torquemotors zugeordnet, wobei ein Ständer des Torquemotors den Läufer des Torquemotors konzentrisch umschließt. Vorzugsweise ist der Stellring als Läufer des Torquemotors ausgebildet.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die zum Betreiben des Torquemotors benötigte, elektrische Energie von einem Generator der Gasturbine bereitgestellt, wobei der Generator einen Ständer und einen Läufer aufweist, und wobei der Läufer des Generators als freilaufende Generatorturbine ausgebildet ist, die angetrieben von einer Gasströmung relativ zu dem Ständer des Generators rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt.

Vorzugsweise sind der Ständer des Torquemotors und der Ständer des Generators an einer gemeinsamen Halterung gelagert, wobei der Ständer des Generators den Ständer des Torquemotors konzentrisch umschließt, die beide aus einem Blechschnitt gefertigt sind. Demnach umschließt der Ständer des Torquemotors den Läufer des Torquemotors, der Ständer des Generators umschließt den Ständer des Torquemotors und damit auch den Läufer des Torquemotors, und der Läufer des Generators umschließt den Ständer des Generators und damit auch den Ständer sowie den Läufer des Torquemotors.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1        einen schematisierten Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Gasturbine im Bereich eines Hochdruckverdichters.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 1 in größerem Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen ausschnittweisen Querschnitt durch einen Hochdruckverdichter 10 einer Gasturbine, nämlich eines Flugtriebwerks. So zeigt Fig. 1 einen Strömungskanal 11 des Hochdruckverdichters 10, wobei in dem Strömungskanal 11 in axialer Richtung bzw. in Durchströmungsrichtung desselben hintereinander feststehende Leitschaufeln 12 sowie rotierende Laufschaufeln 13 positioniert sind. An einer axialen Position und über den Umfang des Hochdruckverdichters 10 verteilt angeordnete Leitschaufeln 12 bilden Leitschaufelkränze, an einer axialen Position angeordnete Laufschaufeln 13 bilden Laufschaufelkränze. In Fig. 1 ist lediglich ein Leitschaufelkranz bestehend aus Leitschaufeln 12 und ein Laufschaufelkranz bestehend aus Laufschaufeln 13 gezeigt. Es ist selbstverständlich, dass in Durchströmungsrichtung des Hochdruckverdichters 11 mehrere derartige Leitschaufelkränze sowie Laufschaufelkränze wechselweise hintereinander angeordnet sein können.

Der Strömungskanal 11 des Hochdruckverdichters wird von einem Gehäuse 14 begrenzt. Die feststehenden Leitschaufeln 12 verfügen an einem radial außenliegenden Ende über einen Schaft 15, mit welchem dieselben das Gehäuse 14 durchdringen. An dem Schaft 15 einer jeden verstellbaren Leitschaufel 12 greift ein Stellhebel 16 an, wobei der Stellhebel 16 ferner mit einem Stellring 17 verbunden ist. Alle Stellhebel 16 der Leitschaufeln 12 eines Leitschaufelkranzes sind mit demselben Stellring 17 verbunden. Über Verdrehen des Stellrings 17 können demnach alle Leitschaufeln 12 eines Leitschaufelkranzes gemeinsam verstellt bzw. verschwenkt werden.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist dem Stellring 17 ein Läufer eines Torquemotors zugeordnet, wobei der Stellring 17 vorzugsweise als Läufer des Torquemotors ausgebildet ist. Ein Ständer 18 des Torquemotors umschließt den als Läufer des Torquemotors ausgebildeten Stellring 17 konzentrisch, nämlich radial außen.

Die zum Betreiben des Torquemotors benötigte elektrische Energie wird von einem Generator 19 der Gasturbine bereitgestellt. Der Generator 19 der Gasturbine verfügt ebenso wie der Torquemotor über einen Läufer 20 sowie einen Ständer 21. Der Läufer 20 des Generators 19 ist als eine freilaufende Generatorturbine ausgebildet, die angetrieben von einer Gasströmung relativ zum Ständer 21 des Generators 19 rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt. Der Läufer 20 des Generators

19 wird dabei vorzugsweise von einer Gasströmung eines nicht-dargestellten Fans bzw. Fanmoduls der Gasturbine angetrieben. Hierzu ist der Generator 19 stromabwärts des Fans bzw. Fanmoduls positioniert, wobei ein den Generator aufweisendes Generatormodul am stromabwärts liegenden Ende des Fanmoduls lösbar mit dem Fanmodul verbunden ist. Der Generator 19 bzw. der Läufer 20 des Generators 19 wird vorzugsweise von einer Bypass-Gasströmung des Fans bzw. Fanmoduls angetrieben und erzeugt demnach aus dieser Bypass-Gasströmung elektrische Energie.

Der als freilaufende Generatorturbine ausgebildete Läufer 20 des Generators 19 verfügt über mehrere rotierende Schaufeln 22, wobei die Schaufeln 22 an einem radial innenliegenden Ende über eine Plattform 23 mit einem äußeren Lagerring 26 eines Lagers 27 verbunden sind. Den radial innenliegenden Enden der Schaufeln 22 bzw. der Plattform 23 sind Polstücke 24 zugeordnet. Wie Fig. 1 entnommen werden kann, umschließt der Läufer 20 des Generators 19 zusammen mit den Polstücken 24 radial außen den Ständer 21 des Generators 19. Der Ständer 21 umfasst Wicklungen sowie magnetische Schaltkreise, um letztendlich elektrische Energie aus der Bewegung bzw. Rotation des Läufers 20 des Generators 19 zu erzeugen. Die im Ständer 21 des Generators 19 erzeugte elektrische Energie wird zumindest teilweise dem Ständer 18 des Torquemotors zugeführt und dort zur Bewegung bzw. zum Antrieb des als Läufer des Torquemotors ausgebildeten Stellrings 17 verwendet.

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, sind der Ständer 21 des Generators 19 und der Ständer 18 des Torquemotors an einer gemeinsamen Halterung 28 gelagert. Der Ständer 21 des Generators 19 umschließt dabei den Ständer 18 des Torquemotors konzentrisch und bildet mit diesem eine Einheit. Demnach umschließt der Ständer 18 des Torquemotors den Läufer des Torquemotors; der Ständer 21 des Generators 19 umschließt den Ständer 18 des Torquemotors und damit auch den Läufer des Torquemotors; der Läufer 20 des Generators 19 umschließt den Ständer 21 des Generators 19 und damit auch den Ständer 18 sowie den Läufer des Torquemotors. Bei dem Läufer des Torquemotors handelt es sich um den Stellring 17.

Der Ständer 18 des Torquemotors umfasst wiederum Wicklungen und dem Stellring 17 sind magnetische Elemente 25 zugeordnet. Über den Umfang des Stellrings 17 sind mehrere derartige magnetische Elemente 25 verteilt positioniert, wobei der Abstand zwischen zwei benachbarten magnetischen Elementen 25 derart bemessen ist, dass zwischen denselben die zu den Leitschaufeln 12 führenden Stellhebel 16 befestigbar sind.

In Fig. 1 ist lediglich ein Leitschaufelkranz mit verstellbaren Leitschaufeln 12 gezeigt. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung können auch die Leitschaufeln mehrerer Leitschaufelkränze wie oben beschrieben verstellt werden. Hierbei sind dann die verstellbaren Leitschaufeln eines jeden Leitschaufelkranzes über jeweils einen Stellring verstellbar, wobei vorzugsweise jedem Stellring jedes Leitschaufelkranzes ein Läufer eines Torquemotors zugeordnet ist.

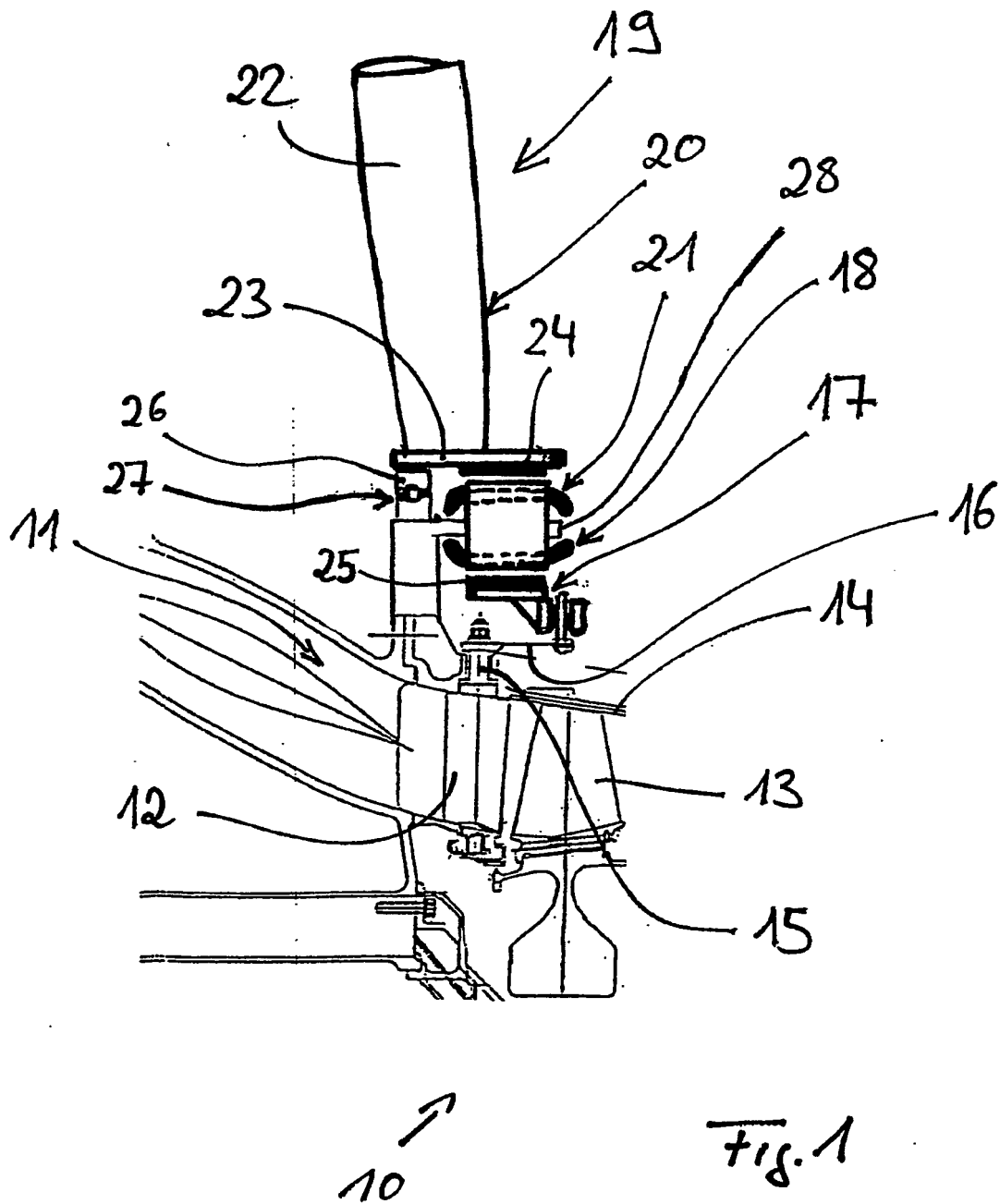
Mit der hier vorliegenden Erfindung wird ein völlig neues Konzept zur Verstellung von Leitschaufeln an einer Gasturbine vorgeschlagen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln eliminiert die nach dem Stand der Technik benötigten Hydraulikkolben zum Verstellen des Stellrings. Mit der Erfindung ist es möglich, die von einem Generator erzeugte elektrische Energie zur elektrischen Verstellung der Leitschaufeln zu verwenden und zwar mit nur geringem zusätzlichem Gewicht für die Gasturbine. Mithilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ein besonders schnelles Verstellen der Leitschaufeln möglich, da auf konventionelle elektromotorische Antriebe mit Getriebe verzichtet wird.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verstellen von Leitschaufeln einer Gasturbine, bei der Leitschaufeln (12) über je einen Stellhebel (16) mit einem Stellring (17) schwenkbar verbunden sind, wobei der oder jeder Stellhebel (16) mit einem ersten Ende an dem Stellring (17) und mit einem dem ersten Ende gegenüberliegenden zweiten Ende an einem Ende eines Schafts (15) der jeweiligen Leitschaufel (12) angreift, dadurch gekennzeichnet, dass dem Stellring (17) ein Läufer eines Torquemotors zugeordnet ist, wobei ein Ständer (18) des Torquemotors den Läufer des Torquemotors konzentrisch umschließt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellring (17) als Läufer des Torquemotors ausgebildet ist, wobei ein Ständer (18) des Torquemotors den Stellring (17) und damit den Läufer des Torquemotors konzentrisch umschließt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Betreiben des Torquemotors benötigte elektrische Energie von einem Generator (19) der Gasturbine bereitgestellt wird, wobei der Generator (19) einen Ständer (21) und einen Läufer (20) aufweist, und wobei der Läufer (20) des Generators (19) als freilaufende Generatorturbine ausgebildet ist, die angetrieben von einer Gasströmung relativ zu dem Ständer (21) des Generators (19) rotiert und so aus der Bewegungsenergie der Gasströmung elektrische Energie erzeugt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, der Generator (19) stromabwärts eines Fanmoduls positioniert ist, derart, dass der als freilaufende Generatorturbine ausgebildete Läufer (20) des Generators (19) von einer Gasströmung des Fanmoduls angetrieben wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Generator (19) in ein Generatormodul integriert ist, wobei das Generatormodul am stromabwärts liegenden Ende des Fanmoduls mit demselben verbunden ist, und wobei der Generator (19) aus einer Bypass-Gasströmung des Fanmoduls elektrische Energie erzeugt.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der als freilaufende Generatorturbine ausgebildete Läufer (20) des Generators (19) mehrere rotierende Schaufeln (22) mit den Schaufeln (22) zugeordneten Polstücken (24) aufweist, wobei die Polstücke radial innenliegenden Enden der rotierenden Schaufeln (22) des als freilaufende Generatorturbine ausgebildeten Läufers (20) zugeordnet sind, wobei der Läufer (20) den Ständer (18) des Generators (19) radial außen umschließt.
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ständer (18) des Torquemotors und der Ständer (21) des Generators (19) an einer gemeinsamen Halterung (28) gelagert sind, wobei der Ständer (21) des Generators (19) den Ständer (18) des Torquemotors konzentrisch umschließt.
8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Läufer des Torquemotors über den Umfang desselben verteilt mehrere magnetische Elemente (25) aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Abstand zwischen den magnetischen Elementen (25) derart bemessen ist,

dass zwischen zwei benachbarten magnetischen Elementen (25) ein zu einer verstellbaren Leitschaufel (12) führender Stellhebel (16) befestigbar ist.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F01D17/16 F01D17/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1 499 531 A (DEFENCE SEC OF STATE FOR) 1 February 1978 (1978-02-01) the whole document page 1, line 53 - line 60	1
A	US 5 205 712 A (HAMILTON ET AL) 27 April 1993 (1993-04-27) the whole document	1
A	US 2 862 687 A (AGUET EMILE ET AL) 2 December 1958 (1958-12-02) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 May 2005

Date of mailing of the international search report

19/05/2005

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ingelbrecht, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE2005/000130

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1499531	A	01-02-1978	NONE	
US 5205712	A	27-04-1993	NONE	
US 2862687	A	02-12-1958	BE 531926 A CH 315187 A GB 757577 A LU 33042 A NL 86773 C NL 182289 B	31-07-1956 19-09-1956